

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт Инженерной физики и радиоэлектроники
Кафедра Экспериментальной физики и инновационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.К. Москалев
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 20 ____ г

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

27.03.05 – «Инноватика»

код – наименование направления

«Новое направление 3D – прототипирования в стоматологии»

тема

Руководитель	_____	<u>канд. физ. мат. наук.</u>	<u>А.К. Москалев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Студент	РФ13-41Б	051314165	_____	<u>А.А.Затопляева</u>
	номер группы	зачетной книжки	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2017

РЕФЕРАТ

Дипломная работа по теме «Новое направление 3D-прототипирования в стоматологии» содержит 52 страницы текстового документа, 18 иллюстраций, 5 формул, 12 таблиц, 30 использованных источников.

Элайнеры, системы исправления прикуса, 3D-принтеры в стоматологии, экономическая эффективность проекта.

Цель работы определить эффективность проекта по организации производства элайнеров.

В работе выполнены задачи:

- а) анализ и выбор наиболее подходящего 3D принтера и расходного материала;
- б) расчёт всех расходов на данный проект;
- в) расчет прибыльности и сроков окупаемости проекта.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что лечение элайнерами – это прогнозируемый результат. С помощью компьютерной программы врач покажет результат лечения еще до его начала. В формате 3D клиент увидит, как и в какие сроки будут двигаться зубы, а также как будет выглядеть улыбка по окончании лечения элайнерами. 3D принтер для стоматологии, несмотря на высокую цену, является более эффективным по сравнению со стоматологическим фрезерным станком, поскольку обеспечивает точное изготовление моделей для протезирования с учетом физиологических особенностей пациента.

Проведен анализ и оценка экономической эффективности проекта по организации производства элайнеров.

Получено, что изготовление элайнеров это перспективное направление. В течение полу года, с момента инвестирования, предприятие будет получать устойчивую прибыль. Отсюда можно сделать вывод, что у предприятия есть все шансы на успех.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Основные принципы и применение 3D прототипирования.....	5
1.1 Основные положения и требования к прототипированию	5
1.2 Анализ рынка 3D принтеров	7
1.2.1 Отечественные марки	7
1.2.2 Зарубежные марки	12
1.3 Анализ рынка 3D-принтеров для стоматологии	16
2 Использование различных материалов в стоматологии для 3D прототипирования	24
2.1 Условное использование пластмассы	24
2.2 Полимеры	31
2.3 Новое направление	34
3 Экономическое обоснование применения 3D прототипирования в стоматологии	37
3.1 Маркетинговый план.....	37
3.1.1 Товар.....	37
3.1.2 Цена.....	38
3.1.3 Распределение	39
3.1.4 Продвижение.....	39
3.2 Производственный план	41
3.3 Финансовый план	44
Заключение	46
Список использованных источников	50

ВВЕДЕНИЕ

3D принтеры в стоматологии – полезное новшество. Технология 3D печати получила распространение в различных сферах деятельности, в том числе – в медицине. Так, 3D принтеры в стоматологии используются для создания протезов, имплантов, брекетов. Изготовление этих элементов – очень кропотливый труд, требующий деликатного подхода. Однако, благодаря внедрению технологий 3D печати в процесс производства протезов, появилась возможность гарантировать пациентам высокое качество и индивидуальный подход при их изготовлении [1]. В частности, работа 3D принтера по пластику, благодаря свойствам этого материала, позволяет изготовить модель, максимально воспроизводящую контур и структуру зуба. Цена такого моделирования выше стоимости обычного слепка, однако, она более чем оправдана прекрасным результатом.

Лечение элайнерами – это всегда прогнозируемый результат. С помощью компьютерной программы врач покажет вам результат лечения еще до его начала. В формате 3D вы увидите, как и в какие сроки будут двигаться зубы, а также как будет выглядеть ваша улыбка по окончании лечения элайнерами.

Цель: определить эффективность проекта по организации производства элайнеров в Красноярске.

Задача 1 Проанализировать и выбрать наиболее подходящий 3D принтер и расходный материал;

Задача 2 Рассчитать все расходы на данный проект;

Задача 3 Рассчитать прибыльность и сроки окупаемости проекта.

Объектом данного исследования являются системы выравнивания прикуса у человека, предметом исследования является новая технология выравнивания прикуса – элайнеры.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования результатов исследования для организации производства элайнеров в Красноярске.

1 Основные принципы и применение 3D прототипирования

1.1 Основные положения и требования к прототипированию

Прототипирование – это процесс 3D-печати, в ходе которого создаются качественные трехмерные макеты. Существует целый ряд технологий, которые ведутся с применением 3D-принтеров. Каждая из них имеет свои особенности.

3D-принтеры занимают все более важное место в работе любой стоматологической клиники, зуботехнической лаборатории, исследовательских центров. С их помощью стоматологи не только повышают качество своей продукции и услуг, но и экономят значительные средства. Кроме того, 3D-принтеры в стоматологии гарантируют ускорение объемов производства и невероятную точность готовых изделий.

3D-принтеры избавляют стоматологов от очень сложного и трудоемкого процесса в работе - ручного моделирования протезов, коронок и других изделий. Клиентам больше не нужно подолгу ждать и проходить весь сложный процесс от первого визита до установки окончательной конструкции, проходя через череду примерок и доработок. Теперь им нужно просто сделать сканирование ротовой полости — и вскоре получить прекрасный результат.

Зубные модели изготавливаются на основе данных компьютерной томографии ротовой полости пациента или информации, полученной с помощью специального интраорального 3D сканера. Таким образом удастся достичь максимальной точности моделирования ортодонтического изделия, учесть все индивидуальные особенности анатомии зубов и десен пациента. Ниже представлена модель зубного ряда, распечатанная с помощью 3D принтера высокой точности.

Требования к 3D прототипированию.

Главное требование, которое предъявляется к специализированным 3D принтерам – это возможность изготовления прототипов высокой точности из воска или медицинского пластика, то есть достаточный уровень детализации.

Также следует обратить внимание на «открытость» системы, то есть ее совместимость с различными внутриротовыми сканерами и 3D сканерами слепков и оттисков.

На сегодняшний день работа зубного техника по изготовлению коронок, имплантатов, кап и других ортодонтических приспособлений выглядит так: из специального материала выполняется слепок зубов пациента, по которому затем отливается протез. Говорить об идеальной точности при такой организации процесса не приходится, и, как правило, подгонка искусственного зуба или приспособления выполняется вручную при установке. Плохо подогнанный или неподходящий конкретному пациенту протез не сможет выполнять ни эстетическую, ни физиологическую функцию. К тому же изготовление протеза или модели зубов – дело весьма трудоемкое и кропотливое, что негативно влияет на срок выполнения работ и себестоимость изделия.

Обязательным условием для 3D-печати является наличие 3D-модели, по которой принтер будет выращивать трехмерный объект. Но, даже смоделировав предмет, не стоит со стопроцентной уверенностью полагать, что дело сделано, и скоро принтер выдаст вам готовое изделие. Дело в том, что не все модели пригодны для 3D-печати. Есть определенные требования к размерам, толщинам и дизайну моделей – причем эти требования варьируются в зависимости от используемого материала и принтера. Кроме этих индивидуальных характеристик, есть и общие требования, которые отличают модели для печати от других 3D-моделей [2].

Перед тем как начать создавать модель для 3D-печати, важно понять, из какого материала будет печататься изделие. У каждого материала есть свои индивидуальные особенности для 3D-моделирования - максимальный и минимальный размеры модели, толщины стенок, расстояние между подвижными частями и т.д.

1.2 Анализ рынка 3D принтеров

1.2.1 Отечественные марки

Технология 3D-печати и появилась еще в 80-х годах прошлого века, широкое коммерческое распространение 3D-принтеры получили только в начале 2010-х. Примерно тогда же появились и первые производители настольных FDM-принтеров на российском рынке.

На сегодняшний день 3D-принтер ни для кого уже не чудо-новинка, а производители создают новые модели и улучшают качество печати, предлагая новые или хорошо переработанные существующие схемы. Рынок продаж 3D - принтеров успешно растет за счет различных ценовых сегментов продаж и хороших маркетинговых стратегий производителей и дистрибьюторов. Одни сегменты «берут» узнаваемостью и популярностью бренда, другие – низкой ценой на устройства. В сумме же они обеспечивают устойчивый и многовариантный рост рынка.

PICASO 3D

В настоящее время компания предлагает два оригинальных принтера: PICASO 3D Designer рисунок 1 и его «профессионального» собрата с двумя печатающими головками – PICASO 3D Designer Pro 250. Стоимость этих машин можно считать эталонной для российского рынка ввиду их популярности: базовый вариант стоит в районе 120 000 рублей, а версия Pro обойдется в 199 000 руб. Далеко не самые дешевые предложения, но хорошие характеристики и репутация производителя того стоят. На данный момент среди основных целей компании - выход на европейский рынок [4].



Рисунок 1 – 3D принтер PICASO 3D Designer

Magnum

Бренд компании «Ирвин» – одного из первых и весьма успешных отечественных производителей, чья линейка до сих пор пользуется популярностью. В свое время считались основным конкурентом PICASO, но в последнее время отошли на второй план. Как и PICASO, Ирвин предлагает свою версию 3D-принтера с двойным экструдером, но открытым шасси – Magnum Creative 2 Pro рисунок 2 с рекомендуемой розничной ценой в 145 000 руб., хотя у некоторых дилеров это устройство можно найти и по более низкой цене. Ассортимент компании весьма богат, и даже имеется возможность заказа устройств с нестандартными характеристиками [5].

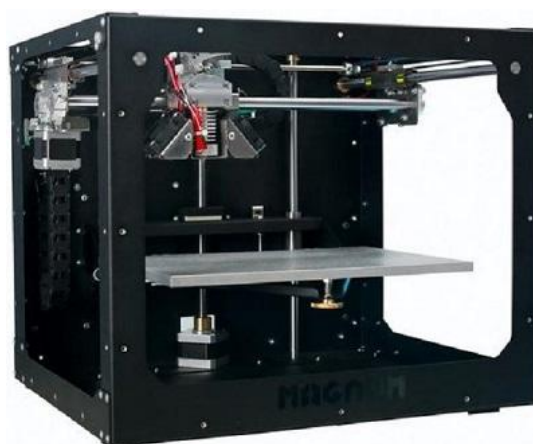


Рисунок 2 – 3D принтер Magnum Creative 2 Pro

IMPRINTA

Относительно новая компания (достаточно условное понятие в сфере 3D-печати, а особенно на молодом отечественном рынке), работающая на рынке с 2013 года и имеющая в своем арсенале два 3D-принтера. Если первый из них, Hercules, особого фурора не вызвал за отсутствием каких-либо выдающихся характеристик, то модернизированный вариант, Hercules Strong рисунок 3, быстро стал любимцем публики. Причин тому две: большой рабочий объем в 300x300x400мм и низкая для «крупногабаритника» цена – в районе 150 000 рублей. Добавьте сюда закрытый корпус и подогреваемую платформу для печати популярным, но капризным АБС-пластиком, приправьте высокой надежностью и качеством печати, и причины восторга владельцев становятся ясны. Так же компания разработала новую модель в низком ценовом сегменте - младшего собрата «Геркулеса» [6].

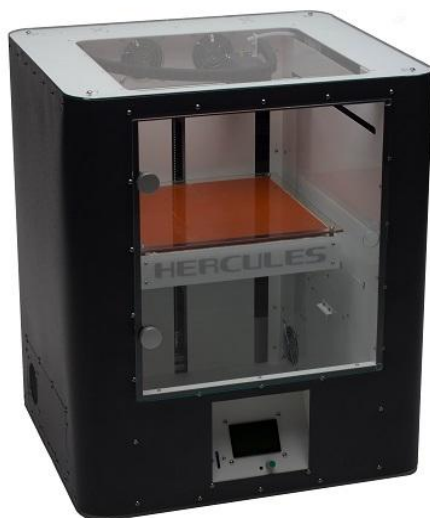


Рисунок 3 – 3D принтер Hercules Strong

ZENIT

Первые отзывы данной модели рисунок 4 вполне положительные: качественная сборка, хорошее качество печати и рекордная гарантия на три года. Стоимость устройства аналогична конкурентным предложениям в своем классе – в районе 120 000 рублей [7].

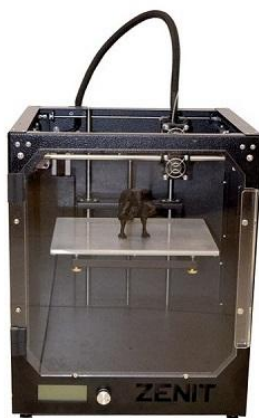


Рисунок 4 – 3D принтер ZENIT

PrintBox 3D

Торговый бренд компании RGD – одного из первых российских производителей 3D-принтеров, образованного в 2007 году группой профессиональных инженеров с опытом работы над ЧПУ-станками. Компания, в последнее время не сильно афиширующая себя на рынке, предлагает относительно недорогие и качественные устройства. Постепенно расширяется ассортимент, добавив еще две модели: PrintBox3D 120 и PrintBox3D 2. Продукция не отличается особой оригинальностью, но имеет в целом положительные отзывы, подкрепляемые доступными ценами: компактный, бюджетный PrintBox3D 120 можно найти за 60 000 рублей, в то время как рекомендуемая розничная цена наиболее способного PrintBox 3D 2 рисунок 5 составляет 150 000 рублей [8].



Рисунок 5 – 3D принтер PrintBox 3D 2

Эксклюзивные Решения

Пожалуй, первый российский производитель представленных стереолитографических 3D-принтеров – устройств, печатающих жидкими фотополимерными смолами вместо прутков. В настоящее время предлагает две модели, использующие DLP-проекторы – Russian DLP и Starlight 3D, а также несколько фотополимерных композиций. Машины этой компании достаточно дороги в сравнении с популярными прутковыми FDM-принтерами, но для своего класса уровень цен вполне разумен. Профессиональный Starlight 3D, рассчитанный на стоматологию, ювелирное дело и другие сегменты, требующие высокой точности, стоит порядка 800 000 руб., тогда как «образовательный» Russian DLP рисунок 6 обойдется примерно в 300 000 рублей – дешевле, чем эталонный на мировом рынке Formlabs Form 1 [9].



Рисунок 6 – 3D принтер Russian DLP

В сравнительной таблице 1 представлены лучшие отечественные компании производства и продажи 3D принтеров, а также характеристики и средняя цена за базовый, в линейке профессиональных, 3D принтер. Лидерами на российском рынке стали ниже приведенные компании.

Таблица 1 – Сравнительная таблица наилучших отечественных производителей 3D принтеров

Компании	Сравнительные характеристики принтеров
Ирвин	Первый из весьма успешных отечественных производителей, поддерживает свою популярность и в настоящее время. Средняя цена базового принтера 125 000 рублей.
Импринта	Качественная сборка, хорошее качество печати. Средняя цена 3D принтера для промышленных целей 120 000 рублей.
PICASO 3D	Компания имеет отличную репутацию на российском рынке, базовый принтер из ряда профессиональных PICASO 3D Designer 250 стоимостью 120 000 рублей. Цена ниже чем у множества конкурентов.
3Dquality	Первый российский производитель представленных стереолитографических 3D-принтеров, принтеры не уступают по качеству своим конкурентам, а цена достаточно демократична 190 000 рублей в среднем.

1.2.2 Зарубежные марки

Согласно данным компании Context, мировой рынок 3D-печати к 2020 году достигнет \$17,8 млрд, а рынок 3D-принтеров в период 2016–2020 гг. увеличится с \$1,8 млрд до \$6,4 млрд, то есть на 30-40% ежегодно [10].

На данный момент существует около 280 производителей 3D принтеров. В данном разделе будут приведены самые популярные бренды, существующие на рынке, с высоким качеством товара и большим разнообразием моделей.

3 D Systems

ProJet 1500 рисунок 7 опережает конкурентов в своём классе высокой скоростью печати, которая составляет 20,32 мм/час. Для печати доступно 6 различных цветов. Распечатываемые модели размерами до 171x203x178 мм. отличаются прекрасной детализацией, высоким разрешением и гладкой поверхностью, что позволяет не подвергать их дополнительной обработке после печати. Цена данной модели принтера 1 652 000 рублей. У данного

производителя большое количество разнообразных 3D принтеров от бытовых до промышленных моделей [11].



Рисунок 7 – 3D принтер 3 D Systems ProJet 1500

EnvisionTEC

На сегодняшний день компания Envisiontec успешно занимается выпуском следующих семейств принтеров:

- perfactory Desktop рисунок 8;
- perfactory Mini рисунок 9;
- perfactory Standard рисунок 10;
- ULTRA рисунок 11.



Рисунок 8 – perfactory Desktop

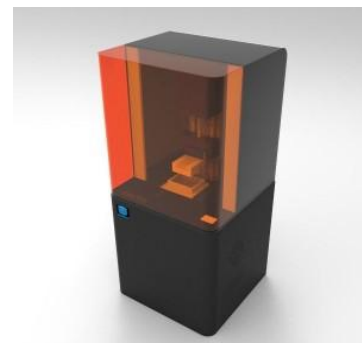


Рисунок 9 – perfactory Mini



Рисунок 10 – perfactory Standard



Рисунок 11 – ULTRA

Первые 2 модели можно смело отнести к семейству принтеров офисного типа, поскольку именно у них самые компактные размеры и демократичная стоимость. Считается, что это самые лучшие по всему миру 3d-принтеры, созданные для ювелирного прототипирования. Также они превосходно показали себя в изготовлении медицинских моделей. В случае с Perfactory Standard и ULTRA, наоборот, следует рассказать об их больших габаритах и потрясающем функционале. Данные 3D-принтеры могут с легкостью производить даже крупные 3D-модели, быстро печатают. В них задействованы фотополимерные материалы, такие как [12]:

- стеклонаполненный нейлон;
- полипропилен, ABS.

Stratasys Ltd

Компания Stratasys Ltd является известным во всем мире производителем 3D-принтеров, а также, в целом, 3D-производственных систем для офисов на базе быстрого прототипирования и цифровых производственных решений. Проблематика данного производителя в том, что у большинства принтеров нет возможности использовать материалы других производителей. Цена схожа с ценами конкурентов, при сравнении всех принтеров, цена существует от 80 000 до 300 000 рублей [13].

Rapid Shape GmbH

В арсенале «Rapid Shape GmbH» представлены 3D-принтеры, работа которых отличается ювелирной точностью, о чем говорят великолепные

образцы 3D-моделей, представленные в качестве образца. Среди них принтеры S 30, S 50, S 60, S 90, а также – HA 30 рисунок 12, HA 50 uv, HA 60 uv LED, HA 90. Цена на принтеры производителя «Rapid Shape GmbH» варьируется от 100 000 до 250 000 рублей [14].



Рисунок 12 – 3D принтер HA 60 uv LED

DWS s.r.l.

Одной из передовых разработок компании стал 3D-принтер Felix 3.0. рисунок 13. Цена данного принтера 145 000 рублей. Его даже назвали первым высокотехнологичным принтером, который можно купить по потребительской цене.

Модель обладает следующими преимуществами:

- высокое качество печати на высоких скоростях. Использование передовых материалов и деталей позволило обеспечить устройству полную неподвижность. В результате удалось повысить качество изготавливаемых изделий;
- повышенная надежность печати;
- высокая безопасность устройства – оборудование отвечает всем нормам CE;
- возможность использования две экструзии – создать объект можно из двух цветов или с применением специального водорастворимого материала [15].



Рисунок 13 – 3D-принтер Felix 3.0

Анализируя выше предложенные компании можно сделать вывод что самые успешные компании представлены в сравнительной таблице 2, у них полностью соответствует цена качеству, а также имеется огромный ассортимент 3D принтеров для любой сложности 3D печати.

Таблица 2 – Сравнительная таблица наилучших зарубежных производителей 3D принтеров

Компании	Сравнительные характеристики
3 D Systems	Опережает конкурентов своей скоростью печати. Промышленная базовая модель стоит 210 000 рублей.
Stratasys Ltd	Известная компания во всем мире, имеет огромный выбор 3D принтеров, средняя цена их составляет около 190 000 рублей.
Formlabs	Компания постоянно расширяет и совершенству свой ассортимент цена профессиональных принтеров начинается от 120 000 рублей.

1.3 Анализ рынка 3D-принтеров для стоматологии

Технология 3D печати получила распространение в различных сферах деятельности, в том числе – в медицине. Так, 3D принтеры в стоматологии используются для создания протезов, имплантантов, брекетов. Изготовление этих элементов – очень кропотливый труд, требующий деликатного подхода. Однако, благодаря внедрению технологий 3D печати в процесс производства

протезов, появилась возможность гарантировать пациентам высокое качество и индивидуальный подход при их изготовлении.

3D принтер для стоматологии, несмотря на высокую цену, является более эффективным по сравнению со стоматологическим фрезерным станком, поскольку обеспечивает точное изготовление моделей для протезирования с учетом физиологических особенностей пациента. В частности, работа 3D принтера по стеклу, благодаря свойствам этого материала, позволяет изготовить модель, максимально воспроизводящую контур и структуру зуба. Цена такого моделирования выше стоимости обычного слепка, однако, она более чем оправдана прекрасным результатом.

Специальные 3D принтеры для работы в стоматологии:

3D-принтер Formlabs Form 2

- технология печати: PolyJet (фотополимер);
- толщина печатного слоя: 28 мкм;
- скорость печати: до 20 мм/час.

Formlabs Form 2 рисунок 14 – это компактный и экономичный 3D-принтер, специально разработанный для стоматологических клиник. Он прост в использовании, точен, легко помещается на вашем рабочем столе. Используя уникальные возможности 3D-принтера Formlabs Form 2, вы сможете значительно ускорить производство нужных компонентов, повышая их качество и точность. Он позволит вам отказаться от устаревших физических слепков, хранить модели в цифровом виде и повысить эффективность каждого техника.



Рисунок 14 – 3D-принтер Formlabs Form 2

3D-принтер Formlabs Form 2

- материал: фотополомеры;
- технология: PolyJet;
- камера: 300x200x100 мм;
- толщина слоя: 16/28 мкм;
- разрешение: 600x600x1600 dpi.

Objet 30 Dental Prime рисунок 15 – высокоточный стоматологический 3D-принтер. Печатает модели из 3-х различных материалов с разрешением до 1600 dpi. Прекрасно подходит для производства зуботехнических шаблонов, примерочных образцов виниров, диагностических слепков, вспомогательных инструментов. Доступен материал MED610, имеющий медицинское разрешение на ношение в ротовой полости до 24 часов.



Рисунок 15 – 3D – принтер Stratasys Objet 30 Dental Prime

3D-принтер 3D Systems ProJet 1200

- материал: фотополимер;
- технология: Micro-SLA;
- камера: 43x27x150 мм;
- толщина слоя: 30 мкм;
- скорость печати: до 14 мм/ч;
- разрешение: 585 dpi.

ProJet 1200 рисунок 16 – это очень точный и экономичный 3D-принтер, разработанный специально для стоматологов, ювелирной отрасли и другого высокоточного производства. Потрясающая скорость печати, солидное разрешение в 585 dpi и невероятное качество моделей делают ProJet 1200 идеальным 3D-принтером для оперативной печати мельчайших изделий. А главное – этот 3D – принтер экономит ваши деньги. Например, стоимость печати прототипа одного ювелирного изделия обойдется вам меньше чем в 50 рублей.



Рисунок 16 – 3D-принтер 3D Systems ProJet 1200

3D-принтер 3D Systems ProJet MJP 3600 Dental

- материал: фотополимеры;
- технология: MultiJet Printing;
- камера: 298x185x203 мм;
- толщина слоя: 16/32 мкм;
- количество материалов: 2.

ProJet MJP 3600 Dental рисунок 17 – профессиональный 3D – принтер, разработанный специально для производства стоматологических макетов. Работает с уникальными материалами, позволяющими выращивать высокоточные модели коронок, протезов, мостов, высокоточные хирургические шаблоны.



Рисунок 17 – 3D – принтер 3D Systems ProJet MJP 3600 Dental

Основные параметры, которые следует учитывать при выборе 3D принтера для стоматологии:

Компания: Выбирая 3D принтер для малого бизнеса, обязательно важно принять к сведению его производителя. Причина проста – в будущем к нему может потребоваться определенная деталь, если же официальных представителей практически нет, заказать ее будет чрезвычайно сложно.

Цена: ценовой диапазон профессиональных 3D-принтеров (SLA) для стоматологии начинается от 600 000 рублей.

Типы используемых пластиков: Нежелательно иметь привязку к одному расходному материалу.

Размер печатающего сопла: Важным параметром при выборе устройства для 3D печати является максимальное разрешение. Это позволяет печатать изделия идеальной гладкости. Для элайнеров достаточная способность наносить материал толщиной 50 микрон.

Производительность: Должна быть высокая производительность для быстрой окупаемости проекта по производству элайнеров.

В сравнительной таблице 3 приведены 3D-принтеры разных производителей и разной ценовой категории и их характеристики в сравнении друг с другом, для того чтобы выбрать наиболее подходящий 3D-принтер для данного проекта.

Таблица 3 – Сравнительная таблица 3D-принтеров для стоматологии

3D-принтеры	Основные параметры 3D-принтеров				
	Компания	Цена	Типы используемых пластиков	Размер печатающего сопла	Производительность
Formlabs Form 2	Formlabs	320 000 руб.	Фотополимеры Formlabs	От 25 мкм	20 мм/час

Окончание таблицы 3

3D-принтеры	Компания	Цена	Типы используемых пластиков	Размер печатающего сопла	Производительность
3D Systems ProJet 1200	3D Systems	414 000 руб	VisiJet FTX Green, VisiJet FTX Cast, VisiJet FTX Gray, VisiJet FTX Clear, VisiJet FTX Silver, VisiJet FTX Gold	От 30 мкм	14 мм/час
Basic (Dental)	omaker	725 000 руб	Фотополимеры. Нет привязки к определенным расходным материалам	От 25 мкм	65 мм/час
FormLabs Form 1 +	Formlabs	240 000 руб.	Фотополимеры Formlabs	От 25 мкм	20 мм/час
B9 Core 530	B9Creator	646 779 руб.	Фотополимеры B9Creator	От 30 мкм	25-55 мм/ч
3D Systems ProJet 3510 MP	3D Systems	6 520 800 руб.	Фотополимеры. Нет привязки к определенным расходным материалам	От 10 мкм	5 мм/час
Freeform Pro 2 75 UV	Asiga	1 847 142 руб.	Фотополимеры. Нет привязки к определенным расходным материалам	От 1 мкм	10 мм/час
Asiga Max	Asiga	1 034 094 руб.	Фотополимеры. Нет привязки к определенным расходным материалам	От 1 мкм	40мм/час

Подходящий под все параметры это 3D принтер Basic (Dental) - профессиональный 3D-принтер для стоматологии цена 725 000 рублей:

– 3D-принтер Basic (Dental) и его программное обеспечение предназначены непосредственно для стоматологов.

– вертикальное расположение моделей без потери качества при печати в 25 микрон.

– высокая скорость, построения полной платформы моделей зубных слепков занимает около 12 часов при точности в 30 микрон.

– самая максимальная скорость печати среди конкурентов.

– нет привязки к расходным материалам. Уникальная система регулировки скорости засветки лазера позволяет добиться высокого результата точности, используя любой сторонний фотополимер (405 нм).

– пять режимов печати (25\30\50\75\100 микрон).

– низкая себестоимость печати.

– прямая печать отсканированных моделей в формате STL.

– 80% всех обращений по сервису решается удалённым подключением при помощи программного обеспечения, не требуя выезда сервисного инженера.

– самое выгодное сочетание цена\качество на Российском рынке 3D принтеров для стоматологии.

Высокая производительность. Особенность это принтера в том, что есть возможность печатать вертикально. При полной загрузке платформы, 10 элайнеров 3D-принтер напечатает за 12 часов. За месяц принтер способен печатать 240 элайнеров.

2 Использование различных материалов в стоматологии для 3D прототипирования

2.1 Условное использование пластмассы

Существует много материалов, которые исследовались на предмет применимости в 3D – печати.

Рассмотрим пластик, в основном это – термопластик, т.е. он становится мягким и пластичным при нагревании, а при охлаждении затвердевает. Этот процесс может быть повторен многократно. Подверженность плавлению и обработке – именно то свойство, которое вывело термопластик в лидеры в повседневном использовании и привело к тому, что большинство видов пластика, с которыми мы сталкиваемся в быту, – термопластики.

ABS – ПЛАСТИК

Самый распространенный материал для 3D – печати, в основном, из-за своей дешевизны (ABS -пластик стоит примерно в два раза дешевле своего главного конкурента – PLA –пластика). Впрочем, этот пластик для 3D – принтера обладает и другими приятными особенностями: он ударопрочен и вместе с тем эластичен, влагостоек, нетоксичен, устойчив к влиянию щелочей, масел и моющих средств, и может выдерживать, нагрев до 100°C. К тому же, он может быть подвергнут переработке, то есть, при необходимости его можно использовать повторно [17].

PLA – ПЛАСТИК

Этот материал относится к категории биоразлагаемых пластмасс, поскольку основными ресурсами для его производства являются кукуруза и сахарный тростник. Наряду с его безопасностью (полиактид не токсичен), это является главным преимуществом этого материала. По сравнению с ABS, этот пластик имеет более высокую температуру плавления (порядка 190°C), а значит процесс печати с его использованием менее энергозатратен. Из минусов этого материала можно отметить его недолговечность и дороговизну.

PVA – ПЛАСТИК

Он же поливинилацетат. Фактически, этот пластик для 3д-принтера является ничем иным, как клеем ПВА, хорошо знакомым нам еще со школьных времен. Правда, в этом случае имеется в виду его аналог в сухом состоянии, находящийся в форме гранул или нити. На рынке этот материал появился гораздо позже, чем PLA (в 2012 году), так что судить о его преимуществах пока рано. Единственное, что можно сейчас сказать – в силу своей растворимости в воде, он отлично подходит для разделения нескольких деталей. Например, если вы печатаете гайку, накрученную на болт с использованием этого материала, после завершения процесса печати вы можете опустить прототип в воду и таким образом легко снять гайку.

ПОЛИКАПРОЛАКТОН (PCL)

Он же полиморф и протопласт. Отличный материал для быстрого прототипирования в силу своей низкой температуры плавления (около 60°C) и довольно высокой прочности. Кроме того, PCL абсолютно безопасен, а также способен быстро разлагаться на безвредные компоненты (лечебные капсулы делают как раз из поликапролактона).

SBS

Прочность, пластичность и термостойкость делают из него материал, которому часто отдается предпочтение в инженерных и механических приложениях. Модуль упругости гораздо меньше, чем у ABS. То есть, напечатанные детали получаются более гибкими. Удлинение при разрыве >250%. Нить, в отличие от ABS, не ломается, не говоря о PLA, который наиболее хрупкий из рассматриваемых материалов. SBS имеет гибкую структуру. Он не обломится и не оборвется при печати. Даже если пруток в ваш экструдер подается под углом в 90 градусов! Материал прозрачен (93% светопропускания). Окрашивание материала дает очень красивый эффект. SBS идеально подходит для печати плафонов светильников, прототипов прозрачной посуды, бутылок и т.д. Обрабатывается и растворяется лимоненом, дихлорметаном, сольвентом.

Nylon 618

Taulman 618 Nylon специально разработан для 3D печати, его отличительными особенностями является: хорошее соединение с поверхностью, высокая водонепроницаемость, хорошее сопротивление разрыва и возможность впитывать краску. Модели, напечатанные этим материалом, имеют натурально белый цвет с прозрачной поверхностью. Пластик также легко можно окрасить, как до печати, так и после.

Преимущества Taulman 618 Nylon:

- taulman 618 Nylon производится в США;
- taulman 618 Nylon лучше всего использовать при температуре 245°C;
- taulman 618 Nylon не испускает паров при печати;
- taulman 618 Nylon соответствует требованиям Европейского Химического Агентства. В пластике не содержится никаких токсичных химикатов;
- модели, напечатанные нейлоном, всегда будет легко отличить от любого другого пластика.

Nylon 645

Новый материал от компании Taulman 3D, Taulman 645 Nylon обладает неповторимыми характеристиками. Ожидаемый предел прочности равен 16,533 фунта на квадратный дюйм (114 МПа), устойчивость на разрыв – 120%. Taulman 645 Nylon обладает всеми теми же качествами, что и Taulman 618 Nylon 3D, но с улучшенными характеристиками. Рекомендованная температура печати от ~230°C до 265°C.

Преимущества Taulman 645 Nylon

- taulman 645 Nylon производится в США;
- превосходные соединительные свойства;
- прекрасная текстура поверхности;
- создан из материала самой высокой степени очистки;
- nylon 645 более прозрачный, чем Nylon 618;

— taulman 645 Nylon соответствует требованиям Европейского Химического Агентства. В пластике не содержится никаких токсичных химикатов [18].

LAYWOO-D3

Этот материал разработан в Германии специально для 3D печати. LAYWOO-D3 является композитом переработанного дерева (40%) и безопасного связующего полимера. Термическая стойкость материала подобна PLA и им можно печатать в промежутке температур от 175°C до 250°C. После печати он выглядит как изделие из дерева, пахнет деревом и приятен на ощупь, кроме того вы можете резать, шлифовать и разрисовывать свои изделия так же как вы можете это делать с любыми деревянными объектами. Меняя температуру можно даже напечатать годовые кольца как на дереве. При 180°C на выходе получается светлый оттенок, а при 245°C – темный.

Характеристики:

- почти нулевая деформация;
- во время печати возможно делать поверхность грубой, гладкой или чередовать;
- можно печатать годовые кольца;
- хорошо прилипает к платформе, не требует подогреваемой платформы;
- рекомендуемая температура экструдера – от 185°C (для светлого цвета) до 245°C (темный цвет);
- материал состоит на 40% из дерева.

PVA

Поливинилацетат – растворимый в воде пластмассовый полимер, который может использоваться для печати поддерживающих опор для PLA и ABS объектов, которые легко растворяются в теплой воде, оставляя прекрасную поверхность объекта и упрощая процесс удаления опор (обычно довольно утомительный). Температура печати – приблизительно 170°C и никогда не должна превышать 200 °C.

HIPS – Ударопрочный полистирол

Ударопрочный полистирол – пластмассовая нить, растворяющаяся в лимонене, иногда используется для создания поддерживающих структур (особенно для ABS), которые могут быть легко удалены без механического воздействия. Лимонен – естественный растворитель, извлекаемый из корки лимонов и других цитрусовых. Температура печати HIPS приблизительно 230°C.

PET

PET (полиэтилентерефталат) представляет собой бесцветную нить с очень высоким уровнем прозрачности. Материал легкий и ударопрочный. Поможет Вам создать уникальные модели – прозрачные, как стекло.

Характеристики:

- для печати используются настройки аналогичные настройкам PLA;
- рекомендуемая температура печати 210-220 градусов;
- температура платформы 65 градусов;
- скорость печати 20-40 мм/с;
- температура стеклования 60 градусов;
- плотность 1,38кг/дм³.

Laybrick

Laybrick – это нить с эффектом песчаника для 3D печати каменных поверхностей – блоков замков и средневековых стен, имитации камней при создании 3D-печатных ландшафтов и тд. Материал LAYBRICK – «каменная» нить – может воспроизводить как гладкие, так и шероховатые поверхности. При увеличении температуры до 195 градусов Цельсия, 3D – напечатанный элемент приобретает очень реалистичный эффект зернистости, присущий песчанику.

Достоинства:

- деформация материала практически нулевая;
- краска ложится на этот материал очень хорошо;

- имеет в своем составе натуральные минеральные материалы (мел и сополиэфир);

- при температуре от 165 до 190 градусов – 3D напечатанная поверхность гладкая, при повышении температуры до 210 градусов – шероховатая;

- варьируемый диаметр нити 3мм/1.75мм.

T-Glase

Компания Taulman3D выпустила новый продукт – низкотемпературный, высокопрочный индустриальный пластик «t-glase» для использования в 3D печати. «T-glase» – это сокращение от tough glass (прочное стекло), специально созданный материал для пользователей, которые обычно печатают PLA пластиком или используют низкотемпературные настольные 3D принтеры. Taulman t-glase получен из самой сильной комбинации полимера PETT, доступной на рынке. Taulman t-glase часть семьи материалов Taulman, так что, вы можете быть уверены в качестве этого пластика. В отличие от достаточно гибкого нейлона, t-glase довольно жесткий материал. Taulman t-glase поставляется прозрачным, что является натуральным цветом этого типа полимеров. Подводя итог, можно сказать, что пластик t-glase очень чистый, прочный материал и при этом очень легкий.

Так же, как и PLA пластиком, t-glase используется при более низких температурах. Оптимальная температура примерно 212°C – 224°C. Тем не менее, он может использоваться в диапазоне от 207°C до примерно 235°C. Этим материалом можно легко печатать на акриловых, стеклянных, заклеенных термолентой Karton и других печатных столах. Он имеет превосходные особенности соединения и имеет очень мало подвержен деформации, что делает его превосходным материалом для того, чтобы напечатать большие объекты. Также хорошо знать, что t-glase печатает без любых ароматов или паров. Taulman t-glase поставляется в катушках по 450 грамм.

Преимущества Taulman t-glase:

- taulman t-glase производится в США;

- высокопрочный пластик;
- taulman t-glase создан из одобренного USFDA для использования в прямом контакте с едой полимера, включая чашки и другую посуду. USFDA – агентство Министерства здравоохранения и социальных служб США, которое занимается контролем качества пищевых продуктов, лекарственных препаратов и некоторых других категорий товаров. Это включает чашки и другую посуду;
- t-glase возможно полностью переработать после использования, хотя t-glase не является биоразлагаемым материалом, как PLA.

Как видите, список пластмасс для 3D – принтеров довольно обширен. Более того, он постепенно пополняется новыми материалами, которые, как в случае с PVA-пластиком и поликапролактоном, могут заметно расширить область применения технологий 3D – печати.

Суммируя выше сказанное, подведем краткий итог.

На сегодняшний день доминирующую роль в этой нише занимают – ABS, PLA и SBS пластики.

ABS часто предпочитают применять в инженерных и профессиональных приложениях по причине его прочности, пластичности, легкости в обработке и высокой термостойкости. Нагретый ABS, как и любой пластик на основе нефтепродуктов, обладает неприятным для многих запахом. Необходимость наличия подогретой подложки делает его почти неприменимым для удовлетворительного качества печати на некоторых принтерах.

PLA. Широкая гамма доступных цветов, степеней прозрачности, а также получающаяся глянцевая поверхность делает этот пластик привлекательным для изготовления арт-объектов и хозяйственной утвари. Многие имеют в виду растительное происхождение этого пластика и предпочитают его полусладкий запах запаху ABS. При правильном режиме охлаждения максимальная скорость печати PLA выше, слои тоньше, углы острее.

SBS – новый и очень перспективный материал для 3D-печати. Своими свойствами он превосходит традиционные ABS или PLA. Если давать общую

оценку для рассмотренных материалов, то SBS встанет на первое место как универсальный, не капризный, удобный и красивый материал.

2.2 Полимеры

Полимеры это – ложные химические вещества, широко применяемые в современной технике. Отличительным свойством полимеров, и во многом определяющим их механические свойства, является размер молекул, из которых они состоят. Каждая молекула полимера состоит из цепочки соединенных между собой мономерных звеньев. Чем больше этих звеньев в молекуле, тем соответственно большим молекулярным весом она обладает. Тем выше степень полимеризации [20].

Виды полимеров

Полимеры делятся на 2 большие группы: термопласты (именно о них и пойдет дальше речь) и реактопласты. Условно их основное отличие можно определить, как возможность или невозможность многократного размягчения и переработки полимера. К реактопластам относятся, к примеру, всем знакомые эпоксидные и полиэфирные смолы. Растворить, расплавить или переработать их заново, нереально. Термопласты как раз относятся к тем полимерам, которые могут многократно перерабатываться и формоваться без существенных структурных изменений и ухудшения их механических характеристик.

Стоит усвоить то, что молекулярная масса полимера имеет существенное, а во многом и определяющее значение, обуславливая такие свойства полимера, как его текучесть, ударостойкость и в целом прочность конечного изделия.

Есть две основные группы термопластов, выделяемые по типу построения макромолекулы:

– гомополимеры (состоят из одинаковых по составу повторяющихся мономерных звеньев), к гомополимерам можно отнести гомополимер стирола - полистирол (PS) или гомополимер пропилена - полипропилен (PP).

– сополимеры (цепочки молекул которых состоят из двух или более различных структурных звеньев). К этой группе относятся, например, акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS). Среди сополимеров в свою очередь выделяются блок-сополимеры. (макромолекулы которых состоят из регулярно или статистически чередующихся гомополимерных блоков, различающихся по составу или строению.) К числу блок-сополимеров, относятся термоэластопласты, макромолекулы которых состоят из блоков термопластов (полистирол, полиэтилен, полипропилен) и гибких блоков эластомеров (полибутадиен, полиизопрен, статистические сополимеры бутадиена со стиролом (PBS) (SBS) (SBR) или этилена с пропиленом (EPDM)). Проще говоря, это различные синтетические каучуки термоэластопласты (ТЭП) [21].

Фотополимеры для стоматологического 3D-принтера.

Принцип работы 3D-принтеров DLP или SLA на смолах заключается в том, что в качестве расходных материалов используются полимерные смолы. Это жидкие материалы, которые реагируют на свет путем затвердевания.

Есть два способа активировать фотополимеризацию; один из них – это использование лазера для прорисовки слоев объекта. Это называется чистой стереолитографией (SLA).

Еще один способ проецирования полного среза объекта заключается в использовании цифровых проекторов, таких как проекторы для просмотра кино. Этот процесс называется цифровой светобработкой (DLP).

В сравнительной таблице 4 приведем стоматологические расходные материалы и сравним их по параметрам, которые помогут выбрать наилучший расходный материал для производства элайнеров.

Таблица 4 – Сравнительная таблица расходных материалов

Расходные материалы	Основные параметры расходных материалов				
	Цена	Применимость	Прочность	Твердость по Шору, тип D	Производитель
Фотополимер NextDent Ortho Clear	31 310 руб.	Для всех типов зубных ортезов и элайнеров	$\geq 6,000$ Дж / м ²	70-80	Next Dent
Фотополимер Freepriint model elfenbein	21 739 руб.	для использования в 3D принтерах DETAX Freepriint model. Отлично подходит для изготовления стоматологических моделей	$\geq 6,000$ Дж / м ²	60-70	Detax
Фотополимер NextDent Ortho IBT	20 340 руб.	Для ортодонтического применения	$\geq 7,000$ Дж / м ²	80-90	Next Dent
Фотополимер Formlabs	16 100 руб.	Используется для печати только в 3D-принтерах одноименной компании	$\geq 6,000$ Дж / м ²	70	Formlabs
Universal Resin	17 100 руб.	Для всех типов зубных ортезов и элайнеров	$\geq 6,000$ Дж / м ²	50 – 60	Full Spectrum Laser

Из выше предложенных расходных материалов можно сделать вывод, что для наших целей подходит NextDent Ortho IBT. Это - биологически совместимый материал класса IIa для всех типов зубных ортезов и элайнеров. Он прозрачен и почти невидим при ежедневном использовании пациентом. Это материал для 3D-печати характеризующийся высокой прочностью на изгиб и ударную нагрузку, а также износостойкостью. Подходит для принтеров с длиной волны 365 - 385 нм.

2.3 Новое направление

Методы исправления прикуса

Для большинства людей брекет-системы ассоциируются с металлическими конструкциями, которые трудно не заметить на зубах. Многие отказываются от лечения, только потому, что данная система может временно испортить внешний вид. Для кого важна незаметность? И нельзя ли ради здоровья пожертвовать на время красотой? Вопрос тут с одной стороны психологический – для подростков внешность играет важную роль в процессе самоутверждения и формирования характера. С другой стороны – работа некоторых взрослых также зависит от внешнего облика.

Брекет-системы долгое время считались единственным эффективным средством для исправления прикуса у взрослых. Детям могли ставить каппы. Сейчас появился вид капп, который корректирует зубы и взрослым.

Суть действия съемных и несъемных ортодонтических аппаратов одинакова – все они создают давление на зубы, заставляя принять нужное положение для красивой улыбки и правильного прикуса. Разница в эстетической стороне вопроса. Прозрачные элайнеры (каппы) незаметны на зубах. Впрочем, существуют очень красивые и почти незаметные брекет-системы из керамики и сапфиров, которые могут даже считаться украшением [24].

В таблице 5 представлены сравнительные характеристики брекет-системы и новой технологии исправления прикуса – элайнеров.

Таблица 5 – Сравнительные характеристики брекет-системы и новой технологии исправления прикуса – элайнеров

	Элайнеры	Брекет-системы
Гигиена полости рта	Элайнеры снимаются на время чистки.	Чистка зубов доставляет неудобство. В несъемной аппаратуре застревают остатки еды, скапливается налет, который может стать причиной кариеса.

Продолжение таблицы 5

	Элайнеры	Брекет-системы
Коррекция лечения	Система представляет собой комплекты съемных капп, изготовленных индивидуально под пациента. Элайнеры оказывают воздействие сразу на весь ряд зубов. Пациент просто меняет комплекты пластинок. Врач не может скорректировать схему лечения. Однако сам пациент не должен забывать вовремя менять каппы.	Стоматолог может корректировать положение каждого зуба, так как замочек системы прикреплен к конкретному зубу. При необходимости давление может быть ослаблено или усилено.
Ограничение в еде	Ограничений нет	Запрещены все продукты, которые агрессивно воздействуют на слизистую и зубы: орехи, ириски, жевательные резинки, твердые фрукты
Срок непрерывного ношения корректирующих установок	Съемные каппы можно снимать, если возникла такая необходимость	Брекет-системы ставятся на весь срок коррекции
Стоимость	Элайнеры отечественного производства имеют приемлемую цену. Тут платится разово	Цена на брекет-системы варьируется в зависимости от вида. Металлические брекет-системы намного дешевле эстетических вариантов. Платить нужно постепенно за каждый этап лечения
Физические ощущения у пациента	Небольшой дискомфорт при перемещении элайнеров. Мягкий пластик не травмирует слизистую оболочку	Первую неделю пациент ощущает дискомфорт после натяжения дуги, и даже болевые ощущения. Возможны повреждения слизистой
Фиксация	Стоматологи не рекомендуют использовать каппы для исправления серьезных дефектов	Брекет-системы фиксируют надежнее
Эстетическая сторона	Каппы практически невидимы, и пациент может позволить себе вести прежний образ жизни – улыбаться, участвовать в фотосессиях и т.д.	Существуют эстетические виды брекет-систем, которые либо украшают зубной ряд (сапфировые, например). Зависит от материала брекет-систем

Окончание таблицы 5

	Элайнеры	Брекет-системы
Эффективность метода	Для ношения элайнеров нужна самодисциплина. Пациенты, имея возможность снять каппы, могут нарушать правила ношения, что может помешать эффективности лечения	Невозможность снять брекет-систему самостоятельно заставляет пациентов пройти весь курс и получить результат

Системы по-разному влияют на возникновение кариеса и это тесно связано с эффективностью. Зубы легко чистить с каппами, что уменьшает вероятность появления кариеса. Но также легко недисциплинированный человек, подросток, например, может забывать надевать каппы, что делает лечение неэффективным.

С брекетами же зубы чистить и дольше и сложнее, вероятность плохо прочистить брекет-систему выше, что делает появление кариеса довольно частым явлением. Но брекет-систему нельзя снять – так что лечение точно будет завершено. Кроме того, ответственный и дисциплинированный человек будет чистить брекет-систему и зубы правильно и вовремя, что не даст шанса кариесу [25].

При лечении любой системой исправления прикуса необходимо проявлять дисциплину и ответственное отношение к лечению.

3 Экономическое обоснование применения 3D прототипирования в стоматологии

3.1 Маркетинговый план

3.1.1 Товар

На сегодняшний день одной из популярных разновидностей стоматологических услуг являются элайнеры, они представляют альтернативу брекетам.

Преимущества элайнеров:

- имеют эстетический вид (они совершенно прозрачны);
- не вызывают дискомфорта;
- минимальный период привыкания;
- просты в использовании и уходе (Вы можете снять их, чтобы почистить);
- гипоаллергенны.

Современные технологии позволяют изготавливать элайнеры на 3D-принтерах – конструкция получается прочной и точно соответствует сделанному слепку. Объектом дублирования выступают гипсовые, пластиковые или композитные материалы – слепки челюсти пациента. Их неоспоримые достоинства – эффектный внешний вид, индивидуальность изделия и комфортность [25].

Производство данного проекта будет основываться на элайнерах из фотополимерной смолы NextDent Ortho IBT, так как она лучше всего подходит для медицинских целей и благодаря ее не высокой стоимости это позволяет снизить себестоимость элайнеров. Осуществляться работа будет на самом современном 3D принтере, который выбран по низким ценам в ценовой политике огромного числа 3D принтеров.

3.1.2 Цена

Ценовая стратегия должна базироваться на товарной политике и предполагает:

- использование гибких цен в зависимости от модификаций и комплектации медицинской техники;

- европейское качество при ценах ниже зарубежных аналогов;

- разработку системы льгот и скидок в зависимости от условий поставок.

Сбытовая политика заключается:

- в создании и регулировании коммерческих связей через посредников, агентов, дилеров;

- рекламной деятельности в различных формах (радио, пресса, рекламные буклеты, и каталоги) и создание общественного мнения;

- участие в выставках и ярмарках;

- презентации демонстрационных образцов медицинской техники для потенциальных заказчиков.

Сервисная политика предприятия предполагает предпродажный и послепродажный сервис, в том числе гарантийные обязательства по ремонту и замене брака.

Предпродажный сервис сориентирован на постоянное изучение, анализ и учет требований заказчиков с целью совершенствования стоматологических элайнеров.

Послепродажный сервис предусматривает комплекс работ по гарантийному и послегарантийному обслуживанию.

Цены на рынке сформировались благодаря работе основных конкурентов. Этими усреднёнными значениями цен и руководствовались во всех расчётах (в расчётах стоимости и расхода комплектующих, и в расчёте отпускных цен).

Проанализировав рынок компаний производящих элайнеры, были выделены 5 основных конкурентов:

- стоматологическая лаборатория Доктора Арун Малика, элайнеры (invisaling), Нью-Дели, цена от 70 000 рублей;
- компания Star Smile, цена от 80 000 рублей;
- компания Orthosnap, цена от 80 000 рублей;
- компания 3d smile, цена от 70 000 рублей;
- учебный центр Air Aligner, цена от 90 000 рублей.

Как видно из списка конкурентов, самая располагающая цена у компании элайнеров invisaling.

Цена на элайнеры нашего проекта планируется быть ниже чем у конкурентов и эта цена будет 60 000 рублей за один набор для одного клиента. Себестоимость на элайнеры не велика и благодаря ценовой политике конкурентов мы можем цену сделать ниже, а также экономия денег идет от доставки, так как большинство компаний являются зарубежными.

3.1.3 Распределение

Появление клиентов будет осуществляться через стоматологии. Клиент получает консультацию у ортодонта, врач-ортодонт проводит исследование и сообщает стоит ли выравнивать зубы с помощью элайнеров, а также озвучивает цену. После того как клиент дает согласие на приобретение элайнеров, врач отправляет все характеристики в стоматологическую лабораторию, где и печатают элайнеры на 3D принтере. Через пару дней клиент получает элайнеры и приступает к лечению(выравниванию) зубов.

3.1.4 Продвижение

Раздел продвижения – это один из наиболее важных разделов маркетингового плана. Это одна их ведущих маркетинговых “Р” (Promotion) и относится к способу привлечения новых покупателей.

Свою услугу мы будем продвигать всеми современными способами, такими как: создание вебсайта, закупка визитных карточек, которые будут размещены в стоматологиях, реклама в сети интернет, проведение местной рекламной кампании для целевой аудитории. Эти действия помогут создать, увеличить клиентскую базу, благодаря которой будет расти доход нашего предприятия.

Все мероприятия и затраты приведены в таблице 6 для наглядного ознакомления:

Таблица 6 – Мероприятия и затраты для осуществления рекламы

Наименование мероприятий	Сроки	Дополнительные затраты	Примечание
1. Создание вебсайта	7 дней	50 000 рублей	Сайт с раскруткой, размещение сайта так, что при запросе в браузере он будет в тройке первых появившихся сайтах
2. Реклама на цифровых баннерах	2 дня	15 000 рублей	План рекламной кампании и бюджет рекламы прилагается
3. Статьи в печати	3 дня	10 000 рублей	В стоматологических журналах
4. Реклама в интернете	1 день	10 000 рублей	
5. Распространение информационных буклетов	7 дней	4 000 рублей	В стоматологических клиниках

Для обоснования мероприятий будет использоваться модель AIDA [27]:

- внимание;
- интерес;
- желание;
- действия.

В результате мы получим широкую базу данных клиентов, желающих и способных приобрести наш предлагаемый продукт. Так же будет осуществляться сбор отзывов на основе которых мы будем совершенствовать товар и будет осуществляться привлечение новых клиентов.

3.2 Производственный план

В процессе производства нашего продукта мы планируем использовать 3D – принтер. Нашим основным поставщиком сырья является компания NextDent. В случае если этот поставщик не сможет выполнить своих обязательств, мы воспользуемся услугами другой компании Formlabs.

На нашей производственной линии будет использоваться оборудование, выпущенное Omaker. Согласно контракту, эта компания-производитель будет оказывать техническую поддержку, что позволит повысить эффективность операций.

Производство элайнеров организуется на арендованной площади 40 м² с использованием приобретённого оборудования.

Современные требования рыночной экономики к индивидуальным предпринимателям и организациям стали более жесткими. Они определяются наличием конкурентов, усложнением процесса формирования денежных средств под инвестиционные потребности, изменением роли предприятия (организации) на потребительском рынке.

Основными игроками рынка оказания услуг данной сферы являются:

- стоматологическая лаборатория Доктора Арун Малика, элайнеры (invisaling), Нью-Дели;
- компания Star Smile;
- компания Orthosnap;
- компания 3d smile;
- учебный центр Air Aligner.

В городе Красноярске основными конкурентами являются invisaling и Star Smile, именно они занимают нишу на российском рынке прозрачных капп(элайнеров).

Бизнес придуман еще 20 лет назад в Америке. С 1998 года, рынок элайнеров рос постоянно. Однако в России официально нельзя было открыть компанию – из-за действия американских патентов.

Когда шесть лет назад закончился срок лимитированных прав на изготовление элайнеров, Star Smile первыми вышли на рынок России с собственным производством в Москве.

Сегодня в мире 5 крупных компаний, занимающихся аналогичной продукцией. Star Smile занимает второе место в мире, в РФ – явный лидер. На данный момент они поставляют каппы не только по России, но и в США, Бразилию, Нидерланды, Австралию.

Элайнеры в России только сейчас начинают пользоваться популярностью, поэтому рынок еще пустой и есть все возможности для удачного начала производства элайнеров.

Емкость рынка в Красноярском крае в количественном выражении составляет:

В Красноярском крае расположено 20 стоматологических клиник готовых принимать пациентов для исправления прикуса элайнерами, по исследовательским данным в каждую стоматологию в среднем каждый месяц обращаются по 40 (от 16 до 40 лет) человек с проблемой искривления прикуса. В среднем 800 человек в месяц хотят исправить искривленный ряд зубов. На 800 человек требуется 40 наборов элайнеров.

Элайнеры в России – это 3% рынка ортодонтии. Если мы возьмем Америку (зрелый рынок, где элайнеры уже 18 лет применяются), там элайнеры – это 40% рынка по исследовательским данным журнала «Эксперт» [28]. Как минимум 37% рынка еще не освоено в России.

Потребность в средствах для указанных целей отражена в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение привлеченных средств, сопутствующих реализации проекта

№	Наименование	Количество	Стоимость	Характеристики
1	3D — принтер Basic(Dental)	1	725 000 рублей	Новейший 3D принтер компании Omaker, который получил на 40% больший объем печатной области

Окончание таблицы 7

2	Персональный компьютер	1	40 000 рублей	Для систематизирования рабочего процесса
3	Программное обеспечение dds - pro	1	25 000 рублей	Новейшее стоматологическое программное обеспечение
4	Стол	1	5000	Для удобства работы
5	NextDent Ortho IBT материал	1 000 мл.	20000 рублей	Биологически совместимый материал класса Па для всех типов зубных ортезов и элайнеров
6	Рекламные операции		89 000 рублей	Создание вебсайта, продвижение вебсайта, реклама в интернете, цифровые баннеры
7	Аренда помещения	1	40 000 рублей	Помещение 40 м2 + дополнительные счета(электричество)
Итоговые затраты составят (без заработной платы работникам)			944 000 рублей	

Руководство деятельностью предприятия ведет Генеральный директор, основатель компании. Он самостоятельно решает вопросы деятельности предприятия, действует от его имени, имеет право подписи и распоряжается имуществом предприятия, осуществляет прием и увольнение работников.

Генеральный директор несет материальную и административную ответственности за достоверность данных бухгалтерского и статистического отчетов, а также ведет вопросы сбыта, маркетинга и рекламы продукции.

Главный бухгалтер ведет деятельность по составлению документальных и финансовых отчетов предприятия и имеет право второй подписи, несет административную ответственность за достоверность бухгалтерских и статистических документов.

Технический специалист имеющий навык работы с 3D-принтерами. Его задача осуществлять работу над заказом, чтобы он был выполнен в срок.

Менеджер по работе с клиентами, в обязанности которого будет входить принятие заявок, консультации в офисе и ответы на электронные письма.

В таблицу 8 сведены все работники в которых нуждается проект, а также заработная плата для каждого и конечные итоговые затраты на заработную плату.

Таблица 8 – Штат работников и затраты на заработную плату

Должность	Затраты на заработную плату, руб.
Генеральный директор	40 000
Главный бухгалтер	15 000 + 7% от продаж
Технический специалист	15 000 + 7% от продаж
Менеджер по работе с клиентами	10 000 + 7% от продаж
Итого	80 000

В таблице 8 приведен весь основной персонал, с течением времени увеличение штатных работников не планируется. Итоговые затраты на заработную плату будут составлять 80 000 рублей каждый месяц.

Сумма страховых взносов за работников во внебюджетные фонды учитывается в таблице 9.

Таблица 9 – Сумма страховых взносов

Страховые взносы	Отчисляемый процент	Затраты
ПФР	22%	17 600 рублей
ФСС	2,9%	2 320 рублей
ФФОМС	5,1%	4 080 рублей
Итого	30%	24 000 рублей

3.3 Финансовый план

Целью разработки финансового плана является определение эффективности предлагаемого бизнеса.

Общая потребность в инвестициях составляет 1 050 000 рублей. Данная сумма получается из расходов на деятельность предприятия.

Источниками инвестирования являются:

- средства стороннего инвестора в размере 650 000 рублей;
- собственные средства в сумме 400 000 рублей. Данные средства имеются на личном счете в банке от продажи автомобиля.

Расчет чистой прибыли на планируемый период представлен в таблице 10. Баланс денежных расходов и поступлений представлен в таблице, где произведена оценка синхронности поступлений и расходования денежных средств.

Таблица 10 - Чистая прибыль

	2 месяц	3 месяц	4 месяц	5 месяц	6 месяц
Расходы, руб.	306 800	326 800	346 800	366 800	386 800
Доходы, руб.	420 000	480 000	540 000	660 000	720 000
Чистая прибыль, руб.	113 200	153 200	193 200	293 200	333 200

Расходы = 80 000 рублей на заработную плату + 40 000 рублей за аренду помещения (с учетом электричества) + 20 200 ежемесячная амортизация 3D принтера + 24 000 сумма страховых взносов + 1 100 рублей ежемесячная амортизация персонального компьютера + 24 000 рублей расходный материал + 2 100 амортизация программного обеспечения + 22 800 рублей на рекламные действия.

Выбранный 3D принтер позволит печатать 240 элайнеров в месяц, в одном наборе 20 элайнеров для одного клиента, стоимость одного набора 60 000 рублей. Соответственно обслуживая 12 клиентов в месяц, мы получим 720 000 рублей дохода.

Рассчитаем рентабельность продаж:

$R = \text{Чистая прибыль} / \text{Выручку от реализации}$

$R = 505\,000 / 720\,000 * 100 \% = 70 \% [29].$

Определим эффективность инвестиционного проекта (NPV), для этого рассчитаем чистый дисконтированный доход таблица 11.

Таблица 11 – Расчет чистый дисконтированный доход

месяца	0	1	2	3	4	5	6	7
ставка дисконтирования g	0,1							
инвестиции, C тыс. руб.	1050							
чистый доход $P(i)$ тыс руб	-1050	113	153	193	233	273	313	353
промежуточные подсчеты	1050	102,73	126,45	145,00	159,14	169,51	176,68	181,14
NPV, конечный результат	-1050	-947,27	-820,83	-675,82	-516,68	-347,17	-170,49	10,66
Ставка дисконтирования 10%	IRR 18%							

Точка безубыточности отражает объем производства, реализации товаров и услуг, который покрывает все издержки предприятия. В экономическом смысле это индикатор критического положения, когда прибыль и убытки равняются нулю. Данный показатель выражается в количественных или денежных единицах. В данном случае будет рассмотрена точка безубыточности рисунок 18 в денежных единицах. Для начала будут определены постоянные и переменные затраты на производство в таблице 12.

Таблица 12 – Постоянные и переменные затраты

Постоянные	рубли	Переменные	рубли
затраты на аренду	40 000	расходный материал	24 000
заработная плата руководящих работников	80 000	процент на зп от продаж 7 %	216 000
отчисления с заработной платы (страховые взносы – 30% от общей суммы заработной платы)	24 000		

Окончание таблицы 12

амортизация	8 000		
затраты на рекламу	14 800		
Итого	166 800		240 000

В данном случае примем сумму постоянных затрат равной 166 800 рублей. Выручка равна 720 000 рублей. Сумма переменных затрат, составит 240 000 рублей. Маржинальный доход равен: $MR=720\,000-240\,000=480\,000$ рублей

Коэффициент маржинального дохода равен: $K_{MR}=480\,000/720\,000=0,66$

Точка безубыточности составит: $BEP=166\,800/0,66=253\,000$ рублей [30].

Таким образом, компании нужно продать элайнеров на 253 000 рублей, чтобы получить нулевую прибыль. Все продажи свыше 253 000 рублей будут приносить прибыль.

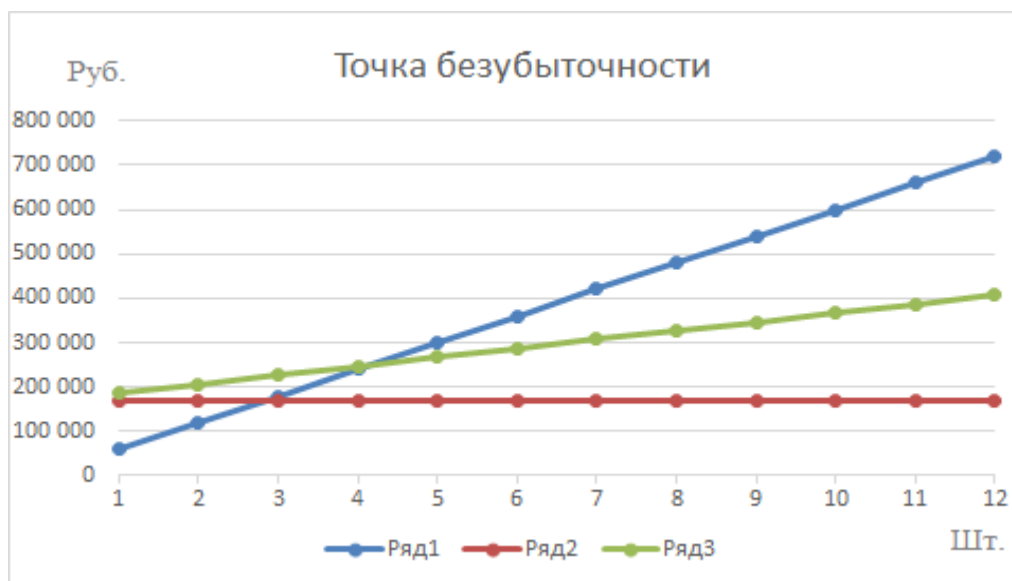


Рисунок 18 – Точка безубыточности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Элайнеры – настоящая инновация на рынке стоматологических услуг, позволяющая провести исправление прикуса без брекетов. 3-D принтеры улучшают стоматологический бизнес, избавляют стоматологов от очень сложного и трудоемкого процесса в работе – ручного моделирования коронок. Трехмерная печать выводит стоматологический бизнес на производственные мощности и обеспечивает стабильную точность.

Данный проект очень перспективный, в дальнейшем будет охват не только российского, но и зарубежного рынка. На российском рынке 5 основных конкурентов, наше преимущество перед ними – это более низкая цена. Элайнеры нашей лаборатории не будут уступать по качеству своим конкурентам. Значительный плюс для Красноярского края – это отсутствие времени на доставку элайнеров, так как ближайшая стоматологическая лаборатория по изготовлению элайнеров находится в городе Москва. Деятельность проекта нацелена на наработку широкой клиентской базы и соответственно на получение высокого дохода.

Свою услугу мы будем продвигать современными способами, такими как: создание вебсайта, закупка визитных карточек, которые будут размещены в стоматологиях, реклама в сети интернет, проведение местной рекламной кампании для целевой аудитории. Эти действия помогут создать, увеличить клиентскую базу, благодаря которой будет расти доход нашего предприятия.

Чистый дисконтированный доход на 7 месяц реализации проекта будет составлять 10,66 тысяч рублей, внутренняя норма доходности будет составлять 14%. Срок окупаемости проекта составит 6 месяцев, что говорит о ликвидности предприятия, то есть способности нести ответственность по взятым обязательствам.

Через год планируется увеличение объемов производства, что отразится на снижении себестоимости.

Что касается маркетинговых действий, то повышение качества продукции, использование гибких цен, системы льгот и скидок, а также успешная рекламная деятельность позволит увеличить круг потребителей, с выходом в дальнейшем на мировой рынок.

Эффективность данного проекта очевидна, так как рентабельность продаж элайнеров составит 70%, а общая рентабельность предприятия составит 52% .

Точка безубыточности отражает объем производства, реализации товаров и услуг, который покрывает все издержки предприятия. В экономическом смысле это индикатор критического положения, когда прибыль и убытки равняются нулю. По итогам наших расчетов нашей компании нужно продать элайнеров на 253 000 рублей, чтобы получить нулевую прибыль. Все продажи свыше 253 000 рублей будут приносить прибыль.

В течение полу года, с момента инвестирования, предприятие будет получать устойчивую прибыль. Отсюда можно сделать вывод, что у предприятия есть все шансы на успех.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Изготовление зубных моделей [Электронный ресурс] : Удобный сервис 3D печати. - Режим доступа: <http://ideasolid.ru/>
- 2 Александрова, В. В. Т.10. 3D Информационно-измерительные и управляющие системы : учеб. пособие / В. В. Александрова, А. А. Зайцева. – Москва: Издательство «Юнити», 2012. – 64 с.
- 3 Ошибки при прототипировании [Электронный ресурс] : 3D печать. - Режим доступа: <http://can-touch.ru/>
- 4 3D принтер picaso [Электронный ресурс] : PICASO 3D. - Режим доступа: <http://picaso-3d.com/ru/>
- 5 3D принтер magnum [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании Magnum. - Режим доступа: <http://magnum3d.ru/>
- 6 3D принтер IMPRINTA [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании IMPRINTA. - Режим доступа: <http://imprinta.ru/>
- 7 3D принтер ZENIT [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании ZENIT. - Режим доступа: <http://www.zenit3d.ru/>
- 8 3D принтер PrintBox 3D [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании PrintBox 3D. - Режим доступа: <http://www.printbox3d.ru/>
- 9 3D принтер Эксклюзивные Решения [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании Эксклюзивные Решения. - Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>
- 10 Рынок зарубежных 3D принтеров [Электронный ресурс] : Официальный сайт РБК. - Режим доступа: <http://www.rbc.ru/>
- 11 3D принтер 3D Systems [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании 3D Systems. - Режим доступа: <https://www.3dsystems.com/>
- 12 3D принтер EnvisionTEC [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании EnvisionTEC. - Режим доступа: <https://envisiontec.com/http://3dtoday.ru/>

- 13 3D принтер Stratasys Ltd [Электронный ресурс] : Сайт 3Dtoday. - Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>
- 14 3D принтер Rapid Shape GmbH [Электронный ресурс] : Сайт 3Dtoday. - Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>
- 15 3D принтер DWS s.r.l. [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании DWS s.r.l. - Режим доступа: <http://www.dwssystems.com>
- 16 Материал для 3D принтера [Электронный ресурс] : Расходные материалы для печати. - Режим доступа: <http://www.orgprint.com/>
- 17 Расходный материал таулман [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании Taulman3D - Режим доступа: <http://taulman3d.com/>
- 18 3D материалы [Электронный ресурс] : Сайт 3Dtoday - Режим доступа: <http://3dtoday.ru/>
- 19 Полимеры [Электронный ресурс] : Полимер-инфо - Режим доступа: <http://polymer-tech.ru/>
- 20 Виды полимеров [Электронный ресурс] : Переработка пластмасс - Режим доступа: <http://ctekltd.ru/>
- 21 Трегубое, И.Д. Применение термопластических материалов в стоматологии : учеб. пособие / И. Д. Трегубое, Р. И. Болдырева. – Москва. Издательство «Медицинская пресса», 2015. – 57 с.
- 22 Гигроскопичность полимеров [Электронный ресурс] : Справочник химика - Режим доступа: chem21.info
- 23 Методы исправления прикуса [Электронный ресурс] : Стоматологический центр - Режим доступа: <http://intan.ru/>
- 24 Влияние различных систем на выравнивание зубов [Электронный ресурс] : Официальный сайт компании Createsmile - Режим доступа: <https://createsmile.ru/>
- 25 Современные технологии [Электронный ресурс] : Эксперт 3D техники - Режим доступа: <http://top3dshop.ru/>
- 26 Ценовая стратегия [Электронный ресурс] : Экономические книги - Режим доступа: <http://www.srinest.com/>

27 Модель AIDA [Электронный ресурс] : Маркетинг - Режим доступа: <https://in-scale.ru/>

28 Емкость рынка [Электронный ресурс] : Журнал эксперт - Режим доступа: expert.ru.

29 Формула рентабельности предприятия [Электронный ресурс] : Бизнес портал - Режим доступа: <http://copdoc.ru/>.

30 Формула точки безубыточности [Электронный ресурс] : Powerbranding - Режим доступа: <http://powerbranding.ru/>.